



# Guia docent

## 270225 - POE - Processament del Llenguatge Oral i Escrit

Última modificació: 30/01/2024

**Unitat responsable:** Facultat d'Informàtica de Barcelona  
**Unitat que imparteix:** 739 - TSC - Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions.

**Titulació:** GRAU EN CIÈNCIA I ENGINYERIA DE DADES (Pla 2017). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2023      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Castellà, Anglès

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** JOSE ADRIAN RODRIGUEZ FONOLLOSA

**Altres:** Segon quadrimestre:  
CARLOS ESCOLANO PEINADO - 11, 12  
JOSE ADRIAN RODRIGUEZ FONOLLOSA - 11, 12

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Càlcul i àlgebra lineal  
Probabilitat bàsica i estadística  
Nivell alt de programació en Python  
Aprentatge automàtic.  
Introducció al Deep Learning

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

#### Específiques:

CE5. Dissenyar i aplicar tècniques de processat de senyal, triant entre diferents eines tecnològiques, incloses les de visió artificial, de reconeixement del llenguatge parlat i de tractament de dades multimèdia.

CE6. Construir o utilitzar sistemes de processat i comprensió del llenguatge escrit, integrant-lo en altres sistemes dirigits per les dades. Dissenyar sistemes de recerca d'informació textual o hipertextual i d'anàlisi de xarxes socials.

#### Genèriques:

CG1. Concebre sistemes computacionals que integren dades de procedències i formes molt diverses, construeixen amb ells models matemàtics, raonen sobre aquests models i actuen en conseqüència, aprenent de l'experiència.

CG2. Elegir i aplicar els mètodes i tècniques més adequats a un problema definit per dades que representin un repte pel seu volum, velocitat, varietat o heterogeneïtat, inclosos mètodes informàtics, matemàtics, estadístics i de processament del senyal.

CG4. Identificar oportunitats per a aplicacions innovadores orientades a dades en entorns tecnològics en contínua evolució.

CG5. Poder recórrer a coneixements fonamentals i metodologies de treball sòlides adquirits durant els estudis per adaptar-se als nous escenaris tecnològics del futur.

#### Transversals:

CT5. Ús solvent dels recursos d'informació. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de l'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CT6. Aprentatge autònom. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

CT7. Tercera llengua. Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i d'acord amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

#### Bàsiques:

CB4. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.

CB5. Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia



## METODOLOGIES DOCENTS

Sessions de teoria intercalant l'exposició de nou material teòric amb exemples pràctics.

Tasques teòriques i pràctiques agrupades en temes.

Projecte final presentat en forma escrita i oral pels estudiants.

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

1. Conèixer les tecnologies més importants d'aprenentatge profund d'interès en el processament del llenguatge oral i escrit.
2. L'alumne ha de conèixer les aplicacions més importants de la tecnologia de la parla i del llenguatge.
3. L'alumne ha de ser capaç de seleccionar la tecnologia de la parla i del llenguatge més adient per a una determinada tasca o aplicació.
4. Desenvolupar aplicacions que utilitzin la tecnologia de la parla de forma adequada i innovadora.
5. L'alumne ha de ser capaç d'identificar els paràmetres fonamentals de la veu en el domini temporal i freqüencial
6. L'alumne ha de conèixer les eines matemàtiques de modelatge i aprenentatge automàtic més útils en l'anàlisi de la veu com la quantificació vectorial, els models de barreges de gaussianes i els models ocults de Markov.
7. L'alumne ha de conèixer les tècniques de modelatge estadístic del llenguatge.

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup petit	15,0	10.00
Hores grup gran	45,0	30.00

Dedicació total: 150 h

## CONTINGUTS

### Introducció a les tecnologies del llenguatge i la parla i les seves aplicacions

#### Descripció:

Aplicacions del processat del llenguatge oral i escrit. Impacte social.

Blocs principals d'un sistema de processament de la parla: reconeixement de la parla, processat del llenguatge natural, conversió de text a veu.

El llenguatge com a seqüència de paraules. Representació vectorial de paraules. Codificació one-hot. Representacions vectorials en un espai continu.

Word2vec: Continuous bag-of-words versus Continuous skip-gram. Vectors GloVe. Estructures i analogies en les representacions vectorials de paraules.

### Modelatge del llenguatge.

#### Descripció:

Modelatge estadístic basat en n-grames.

Modelatge amb xarxes neuronals. Xarxes recurrents. Xarxes convolucionals. Sistemes d'atenció: el Transformer.

### Representacions contextuais del llenguatge

#### Descripció:

Representacions del llenguatge de propòsit general.

Entrenament no supervisat. Sistemes unidireccionals i bidireccionals.

Arquitectures principals: ULMfit, OpenAI GPT, Elm, BERT, XLM. Aplicacions.



### Traducció Automàtica Neuronal

**Descripció:**

Introducció a la traducció automàtica. Automatic evaluation of translations: BLEU  
Traducció Automàtica amb xarxes neuronals.

### Fonaments del reconeixement automàtic de la veu

**Descripció:**

Pattern matching. Dynamic time warping.  
Models ocults de Markov: reconeixement de paraules aïllades.  
Reconeixement de parla contínua: modelat acústic, modelatge de llenguatge, cerca.

### Síntesi de veu

**Descripció:**

Processador lingüística.  
Modelatge de la prosòdia.  
Generació de formes dona.  
Mètodes de concatenación.



## ACTIVITATS

### Desenvolupament del tema: Introducció a les tecnologies del llenguatge i la parla i les seves aplicacions

#### Descripció:

Introducció a les tecnologies del llenguatge i la parla i les seves aplicacions.

Word vectors

#### Objectius específics:

2, 3

#### Competències relacionades:

CG5. Poder recórrer a coneixements fonamentals i metodologies de treball sòlides adquirits durant els estudis per adaptar-se als nous escenaris tecnològics del futur.

CG1. Concebre sistemes computacionals que integren dades de procedències i formes molt diverses, construeixen amb ells models matemàtics, raonen sobre aquests models i actuen en conseqüència, aprenent de l'experiència.

CG2. Elegir i aplicar els mètodes i tècniques més adequats a un problema definit per dades que representin un repte pel seu volum, velocitat, varietat o heterogeneïtat, inclosos mètodes informàtics, matemàtics, estadístics i de processament del senyal.

CG4. Identificar oportunitats per a aplicacions innovadores orientades a dades en entorns tecnològics en contínua evolució.

CE6. Construir o utilitzar sistemes de processat i comprensió del llenguatge escrit, integrant-lo en altres sistemes dirigits per les dades. Dissenyar sistemes de recerca d'informació textual o hipertextual i d'anàlisi de xarxes socials.

CE5. Dissenyar i aplicar tècniques de processat de senyal, triant entre diferents eines tecnològiques, incloses les de visió artificial, de reconeixement del llenguatge parlat i de tractament de dades multimèdia.

CT5. Ús solvent dels recursos d'informació. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de l'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CT6. Aprenentatge autònom. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

CT7. Tercera llengua. Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i d'acord amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

CB4. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.

CB5. Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia

#### Dedicació: 18h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 10h



## Desenvolupament del tema: Modelatge del llenguatge.

### Objectius específics:

6

### Competències relacionades:

CG5. Poder recórrer a coneixements fonamentals i metodologies de treball sòlides adquirits durant els estudis per adaptar-se als nous escenaris tecnològics del futur.

CG1. Concebre sistemes computacionals que integren dades de procedències i formes molt diverses, construeixen amb ells models matemàtics, raonen sobre aquests models i actuen en conseqüència, aprenent de l'experiència.

CG2. Elegir i aplicar els mètodes i tècniques més adequats a un problema definit per dades que representin un repte pel seu volum, velocitat, varietat o heterogeneïtat, inclosos mètodes informàtics, matemàtics, estadístics i de processament del senyal.

CG4. Identificar oportunitats per a aplicacions innovadores orientades a dades en entorns tecnològics en contínua evolució.

CE5. Dissenyar i aplicar tècniques de processat de senyal, triant entre diferents eines tecnològiques, incloses les de visió artificial, de reconeixement del llenguatge parlat i de tractament de dades multimèdia.

CT5. Ús solvent dels recursos d'informació. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de l'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CT6. Aprenentatge autònom. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

CT7. Tercera llengua. Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i d'acord amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

CB4. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.

CB5. Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia

### Dedicació: 18h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 10h



## Desenvolupament del tema: Reconeixement automàtic de la veu

### Descripció:

Reconeixement automàtic de la veu

### Objectius específics:

5, 6, 7

### Competències relacionades:

CG5. Poder recórrer a coneixements fonamentals i metodologies de treball sòlides adquirits durant els estudis per adaptar-se als nous escenaris tecnològics del futur.

CG1. Concebre sistemes computacionals que integren dades de procedències i formes molt diverses, construeixen amb ells models matemàtics, raonen sobre aquests models i actuen en conseqüència, aprenent de l'experiència.

CG2. Elegir i aplicar els mètodes i tècniques més adequats a un problema definit per dades que representin un repte pel seu volum, velocitat, varietat o heterogeneïtat, inclosos mètodes informàtics, matemàtics, estadístics i de processament del senyal.

CG4. Identificar oportunitats per a aplicacions innovadores orientades a dades en entorns tecnològics en contínua evolució.

CE6. Construir o utilitzar sistemes de processat i comprensió del llenguatge escrit, integrant-lo en altres sistemes dirigits per les dades. Dissenyar sistemes de recerca d'informació textual o hipertextual i d'anàlisi de xarxes socials.

CE5. Dissenyar i aplicar tècniques de processat de senyal, triant entre diferents eines tecnològiques, incloses les de visió artificial, de reconeixement del llenguatge parlat i de tractament de dades multimèdia.

CT5. Ús solvent dels recursos d'informació. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de l'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CT6. Aprenentatge autònom. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

CT7. Tercera llengua. Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i d'acord amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

CB4. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.

CB5. Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia

### Dedicació: 19h

Grup gran/Teoria: 9h

Aprenentatge autònom: 10h



## Desenvolupament del tema: Síntesi de veu

### Descripció:

Síntesi de veu

### Objectius específics:

2

### Competències relacionades:

CG5. Poder recórrer a coneixements fonamentals i metodologies de treball sòlides adquirits durant els estudis per adaptar-se als nous escenaris tecnològics del futur.

CG1. Concebre sistemes computacionals que integren dades de procedències i formes molt diverses, construeixen amb ells models matemàtics, raonen sobre aquests models i actuen en conseqüència, aprenent de l'experiència.

CG2. Elegir i aplicar els mètodes i tècniques més adequats a un problema definit per dades que representin un repte pel seu volum, velocitat, varietat o heterogeneïtat, inclosos mètodes informàtics, matemàtics, estadístics i de processament del senyal.

CG4. Identificar oportunitats per a aplicacions innovadores orientades a dades en entorns tecnològics en contínua evolució.

CE6. Construir o utilitzar sistemes de processat i comprensió del llenguatge escrit, integrant-lo en altres sistemes dirigits per les dades. Dissenyar sistemes de recerca d'informació textual o hipertextual i d'anàlisi de xarxes socials.

CE5. Dissenyar i aplicar tècniques de processat de senyal, triant entre diferents eines tecnològiques, incloses les de visió artificial, de reconeixement del llenguatge parlat i de tractament de dades multimèdia.

CT5. Ús solvent dels recursos d'informació. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de l'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CT6. Aprenentatge autònom. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

CT7. Tercera llengua. Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i d'acord amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

CB4. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.

CB5. Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia

### Dedicació: 16h

Grup gran/Teoria: 6h

Aprenentatge autònom: 10h



## Desarrollo del tema: Representacions contextuais del llenguatge

### Objectius específics:

1

### Competències relacionades:

CG5. Poder recórrer a coneixements fonamentals i metodologies de treball sòlides adquirits durant els estudis per adaptar-se als nous escenaris tecnològics del futur.

CG1. Concebre sistemes computacionals que integren dades de procedències i formes molt diverses, construeixen amb ells models matemàtics, raonen sobre aquests models i actuen en conseqüència, aprenent de l'experiència.

CG2. Elegir i aplicar els mètodes i tècniques més adequats a un problema definit per dades que representin un repte pel seu volum, velocitat, varietat o heterogeneïtat, inclosos mètodes informàtics, matemàtics, estadístics i de processament del senyal.

CG4. Identificar oportunitats per a aplicacions innovadores orientades a dades en entorns tecnològics en contínua evolució.

CE6. Construir o utilitzar sistemes de processat i comprensió del llenguatge escrit, integrant-lo en altres sistemes dirigits per les dades. Dissenyar sistemes de recerca d'informació textual o hipertextual i d'anàlisi de xarxes socials.

CE5. Dissenyar i aplicar tècniques de processat de senyal, triant entre diferents eines tecnològiques, incloses les de visió artificial, de reconeixement del llenguatge parlat i de tractament de dades multimèdia.

CT5. Ús solvent dels recursos d'informació. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de l'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CT6. Aprenentatge autònom. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

CT7. Tercera llengua. Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i d'acord amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

CB4. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.

CB5. Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia

**Dedicació:** 27h

Grup gran/Teoria: 9h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 16h

## Desenvolupament del tema: Traducció Automàtica Neuronal

### Descripció:

Traducció Automàtica Neuronal

**Dedicació:** 18h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 10h





## Projecte final

### Descripció:

Projecte final

### Objectius específics:

3, 4

### Competències relacionades:

CG5. Poder recórrer a coneixements fonamentals i metodologies de treball sòlides adquirits durant els estudis per adaptar-se als nous escenaris tecnològics del futur.

CG1. Concebre sistemes computacionals que integren dades de procedències i formes molt diverses, construeixen amb ells models matemàtics, raonen sobre aquests models i actuen en conseqüència, aprenent de l'experiència.

CG2. Elegir i aplicar els mètodes i tècniques més adequats a un problema definit per dades que representin un repte pel seu volum, velocitat, varietat o heterogeneïtat, inclosos mètodes informàtics, matemàtics, estadístics i de processament del senyal.

CG4. Identificar oportunitats per a aplicacions innovadores orientades a dades en entorns tecnològics en contínua evolució.

CE6. Construir o utilitzar sistemes de processat i comprensió del llenguatge escrit, integrant-lo en altres sistemes dirigits per les dades. Dissenyar sistemes de recerca d'informació textual o hipertextual i d'anàlisi de xarxes socials.

CE5. Dissenyar i aplicar tècniques de processat de senyal, triant entre diferents eines tecnològiques, incloses les de visió artificial, de reconeixement del llenguatge parlat i de tractament de dades multimèdia.

CT5. Ús solvent dels recursos d'informació. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de l'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CT6. Aprenentatge autònom. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

CT7. Tercera llengua. Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i d'acord amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

CB4. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.

CB5. Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia

### Dedicació: 34h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup petit/Laboratori: 7h

Aprenentatge autònom: 24h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

L'avaluació de l'assignatura es basa en els següents aspectes:

- Dos controls, un control intermedi i l'examen final, per avaluar de forma individual els coneixements adquirits sobre els temes treballats en les sessions de teoria i les pràctiques (60%)

- Avaluació dels treballs de laboratori: (40%)

## BIBLIOGRAFIA

### Bàsica:

- Huang, X.; Acero, A.; Hon, H.-W. Spoken language processing: a guide to theory, algorithm and system development. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001. ISBN 0130226165.

- Goodfellow, I.; Bengio, Y.; Courville, A. Deep learning [en línia]. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2016 [Consulta: 07/03/2024]. Disponible a: <https://www.deeplearningbook.org/>. ISBN 9780262035613.

- Kamath, U.; Liu, J.; Whitaker, J. Deep learning for NLP and speech recognition. Cham: Springer, 2019. ISBN 9783030145958.

### Complementària:

- Taylor, P. Text-to-speech synthesis. Cambridge, UK ; New York: Cambridge University Press, 2009. ISBN 9780521899277.